

*На правах рукописи*



БЕЛОЗЕРОВА Наталья Валерьевна

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ  
ДЫХАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ВО ВРЕМЯ СНА У РАБОТНИКОВ,  
СВЯЗАННЫХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ  
(на примере работников железнодорожного транспорта)**

3.2.4. Медицина труда

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва – 2022

Работа выполнена в ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель: **Горохова Светлана Георгиевна**  
доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты: **Жеглова Алла Владимировна**  
Доктор медицинских наук, профессор / Институт общей и профессиональной патологии им. академика РАМН А.И. Потапова ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора), главный научный сотрудник

**Орлова Галина Павловна**  
Доктор медицинских наук, старший научный сотрудник / НИИ интерстициальных и орфанных заболеваний легких Научно-клинический исследовательский центр Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, ведущий научный сотрудник

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «26» декабря 2022 г. в 11.00 на заседании Диссертационного совета 24.1.176.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (ФГБНУ «НИИ МТ») по адресу: 105275, г. Москва, пр. Буденного, д. 31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «НИИ МТ» и на официальном сайте ФГБНУ «НИИ МТ» – [www.irioh.ru](http://www.irioh.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор биологических наук, профессор

**Рубцова Нина Борисовна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Задачи охраны здоровья работающего населения в целях обеспечения активной трудовой деятельности определены в документах ВОЗ и МОТ о взаимосвязи между здоровьем и трудом, указах Президента Российской Федерации от 6 июня 2019 г. № 254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года», от 2 июля 2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». Выявление состояний, снижающих производительность, безопасность труда и, одновременно, ассоциированных с социально значимыми заболеваниями, определяющими показатели заболеваемости и смертности населения трудоспособного возраста, является актуальной задачей, требующей активных, нестандартных решений (Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Денисов Э.И., 2016; Онищенко Г.Г., 2014, 2020).

Существенный аспект качества выполняемых трудовых обязанностей и безопасности на рабочем месте связан с хронической сонливостью на работе, которая становится причиной ряда разного рода профессиональных ошибок, в том числе нарушений сосредоточенности и внимания во время вождения, дорожно-транспортных происшествий, аналогично при вождении после употребления алкоголя или депривации сна (Зильбер А.П., 1994; Дорохов В.Б., 2013; Terán-Santos J. et al, 1999, 2017; Horstmann S. et al., 2000; Young T., et al., 2011). При этом получены убедительные данные о связи повышенной дневной сонливости и синдрома обструктивного апноэ сна (СОАС) – наиболее значимого варианта нарушений дыхания во сне, и установлено, что СОАС имеет взаимосвязь с заболеваниями, определяющими допуск к работам с вредными и опасными производственными факторами, в том числе с артериальной гипертензией, сердечно-сосудистыми осложнениями, внезапной смертью (Полуэктов М.Г., 2013; Бабак С.Л. и соавт., 2015; Буниатян М.С., Атьков О.Ю., 2016; Аксельрод А.С. и соавт., 2019; Bassetti C. et al., 1996; Randerath W. et al., 2011).

Проблема сонливости и ассоциированных с ней дыхательных нарушений во время сна у работников железнодорожного транспорта является разноплановой. Истинная распространенность СОАС в этой профессиональной группе не установлена, но как предполагают, она выше, чем в общей

популяции, составляющей у мужчин 11–24 % (Colquhoun C. et al., 2015), что может быть обусловлено особенностями труда с высокой напряженностью, стрессами, сменным графиком работы и другими вредными факторами (Цфасман А.З., 2000, 2007; Капцов В.А., 2009; Атьков О.Ю., 2016). Вместе с этим, как показано в группе работников локомотивных бригад, с большой частотой выявляются сердечно-сосудистые заболевания, ожирение, рассматриваемые как факторы риска СОАС. Учитывая связь повышенной сонливости и СОАС в период работы с вероятностью профессиональных ошибок, в том числе наездов, ДТП, в ряде стран мира разработаны регламентирующие документы, в которых СОАС определяют с точки зрения (не)допуска к вождению автотранспортом (Duffy J. et al, 2015; Ghosh D. et al., 2016; Canadian railway medical rules, 2018). При подтверждении клинического диагноза СОАС работников допускают к управлению транспортом только после эффективного лечения, отсутствия выраженной дневной сонливости. В Российской Федерации подобной практики нет.

Исходя из этого, важна разработка данной проблемы для научно обоснованного целевого выявления нарушений сна и дыхательных нарушений во время сна в группе железнодорожников, и, в первую очередь, у работников операторских специальностей. Необходимо повышение эффективности лечения СОАС на основе современных принципов персонализированной медицины, в том числе с учетом установленных регламентов допуска к профессиональной деятельности. До настоящего времени эти профессиональные аспекты проблемы остаются мало изученными, что определяет актуальность данного исследования.

#### **Степень разработанности темы исследования.**

Многочисленными исследованиями установлено, что в разных профессиональных группах на функциональное состояние человека и его работоспособность оказывают влияние факторы производственной среды, такие как шум, вибрация, стресс на рабочем месте, электромагнитные поля, неблагоприятный микроклимат, напряженность и режимы труда и т.д. (Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Измеров Н.Ф., Капцов В.А., Каськов Ю.Н., Цфасман А.З. и др.)

Показано, что вредные факторы, присутствующие на рабочих местах у работников железнодорожного транспорта, связанных с обеспечением безопасности движения, негативно воздействуют на заболеваемость и, как следствие, профессиональное и трудовое долголетие (Цфасман А.З., 2007; Атьков О.Ю., 2008; Вильк М.Ф., 2007; Осипова И.В., 2013, Пфаф В.Ф., 2015). Однако вопросы взаимосвязи условий труда с повышенной сонливостью и дыхательными нарушениями во время сна до настоящего времени остаются крайне мало изученными. Есть единичные работы о распространенности СОАС, снижении эффективности работы и увеличении риска значимых ошибок во время работы из-за сонливости у работников, связанных с обеспечением безопасности движения на железнодорожном транспорте (Атьков О.Ю., Буниатян М.С., Дорохов В.Б., Сериков В.В.). В то же время, в сомнологии (научной медицине сна), которая стала быстро развиваться в конце 20 века в связи с расширившимися методологическими возможностями, выполнены исследования, демонстрирующие взаимосвязь нарушений дыхания во сне, включая СОАС, с физиологическими показателями организма, такими как АД, ИМТ, ритм сердца, доказана связь эпизодов десатураций и ночных подъемов АД; выявлена вероятность развития жизнеугрожающих аритмий, снижение показателей выживаемости у пациентов с данной патологией (Бабак С.Л., Белов А.М., Бузунов Р.В., Зелвеян П.А., Пальман А.Д., Полуэктов М.Г., Bassetti С., Fietze I., Pencil T., Peppard P., Young T.). Но в них не рассматриваются профессиональные особенности проблемы. С точки зрения риск-ориентированного подхода, который предполагает комплексную систему управления профессиональными рисками, включая медицинские аспекты, остаются неразработанными научно обоснованные методы формирования групп риска работников по СОАС в рамках предварительных и периодических медицинских осмотров для обеспечения личной и коллективной безопасности. Отсутствует персонализация лечебных программ на основе фенотипирования СОАС с учетом особенностей профессиональной деятельности человека. Все сказанное говорит о необходимости изучения сонливости и дыхательных нарушений во время сна у работников железнодорожного транспорта, что определило цели, задачи, структуру и содержание настоящего исследования.

**Цель исследования:** изучить характеристики сна и дыхательные расстройства во время сна у работников железнодорожного транспорта, связанных с обеспечением безопасности движения, и обосновать программу их эффективного выявления и персонализированного лечения на примере работников, проходящих обследование в целях экспертизы профпригодности.

**Задачи исследования:**

1. Изучить производственные и непроизводственные факторы у работников железнодорожного транспорта, связанные с обеспечением безопасности движения, которые потенциально могут вызывать нарушения сна и дыхательные нарушения во время сна; определить структуру факторов риска СОАС у этой категории работников.

2. Дать сравнительную характеристику сна у железнодорожников операторских и неоператорских специальностей.

3. Определить информативность стандартных подходов к выявлению сонливости и нарушений дыхания во сне у работников и оценить их применимость в реальной практике для целевого отбора в группы диагностики СОАС.

4. Разработать алгоритм формирования целевых групп работников, подлежащих углубленному обследованию, для постановки или исключения диагноза «синдром обструктивного апноэ сна».

5. Оценить распространенность и тяжесть дыхательных нарушений во время сна, фенотипы СОАС по данным углубленной диагностики у железнодорожников, проходящих обследование в целях экспертизы трудоспособности.

6. Научно обосновать тактику персонализированного выбора методов коррекции нарушений дыхания во сне на основе фенотипирования СОАС.

**Научная новизна.** Впервые выполнено комплексное изучение производственных и непроизводственных факторов, связанных с нарушениями сна и дыхания во время сна, у работников железнодорожного транспорта. Определена структура факторов риска СОАС и показан вклад условий труда при операторской работе в формирование СОАС. Выявлены значимые взаимосвязи СОАС с состояниями, определяющими заболеваемость и допуск к профессиональной деятельности, такими как ожирение, артериальная

гипертензия, сахарный диабет 2-го типа. Показана высокая встречаемость СОАС в этой когорте работников и охарактеризована тяжесть СОАС у лиц, обследуемых в целях экспертизы трудоспособности. Впервые выполнен сравнительный анализ показателей структуры сна у железнодорожников операторских и неоператорских профессий. Выявлены различия в показателях, характеризующих эффективность сна, время бодрствования внутри сна (WASO – wake time after sleep onset), которые ассоциированы с дневной сонливостью. Изучена информативность шкалы Epworth, являющегося стандартным инструментом для выявления дневной сонливости и показана его недостаточная чувствительность и специфичность в изучаемой группе работников. Научно обоснована и разработана методика формирования целевых групп для углубленной диагностики СОАС и доказана возможность его практического применения.

Впервые на основе современных математических методов выделены фенотипы СОАС, имеющие наибольшее значение в профессиональной группе железнодорожников, в том числе работников операторских специальностей, что позволило определить персонализированный подход к ведению пациентов с СОАС. Доказана эффективность данного подхода для восстановления допуска работников к операторской деятельности.

**Теоретическая и практическая значимость исследования.** На примере работников железнодорожных специальностей показано значение факторов условий труда, таких как высокая напряженность, ночные смены, характеризующих операторскую работу, которые вносят большой вклад в развитие СОАС. В этой профессиональной когорте выявлены изменения в показателях сна, ассоциированных с сонливостью в рабочее время. Исследованы разработанные методика и алгоритм формирования групп риска работников по развитию нарушений дыхания во сне для углубленной диагностики и лечения СОАС. Выделены клинические фенотипы СОАС, имеющие наибольшее значение в профессиональной группе операторов, и показаны подходы к персонализированной тактике ведения при данных фенотипах СОАС для продления профессионального долголетия.

**Методология и методы исследования.** Используются информационно-аналитический, гигиенический, клинический и статистический методы анализа;

описание, измерение, сравнение, логический анализ лабораторных и инструментальных обследований, медицинского наблюдения, анкетирования. Применяли принципы оценки условий труда согласно утвержденному «Руководству по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05», методологию профессионального риска в медицине труда.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. У работников железнодорожного транспорта, связанных с обеспечением безопасности движения, синдром обструктивного апноэ сна определяется комплексом взаимосвязанных факторов, характеризующих клинический статус (ожирение, артериальная гипертензия, сахарный диабет) и трудовую деятельность (стаж, напряженность труда, трудовые смены).

2. Использование разработанной методики формирования группы с риском синдрома обструктивного апноэ сна у работников, проходящих обследование в целях экспертизы профпригодности.

3. Персонализированный подход к лечению синдрома обструктивного апноэ сна на основе научно обоснованного выделения фенотипов синдрома обструктивного апноэ сна, имеющих наибольшее значение в профессиональной группе железнодорожников.

**Степень достоверности и апробация результатов** определяется достаточным и репрезентативным объемом выборок. Научные выводы, положения и рекомендации, сформулированные в диссертации, аргументированы, подкреплены убедительными фактическими данными. Подготовка, статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа.

**Личный вклад автора.** Автор самостоятельно осуществлял набор пациентов, клиническое и инструментальное обследование, разработку методического инструментария для данного исследования (учетные формы и клинические карты пациентов) и работу с первичной медицинской документацией, составление картотеки и базы данных пациентов. Самостоятельно проводил статистическую обработку, обобщение и анализ



полученных результатов, написание текста диссертации. Личный вклад составил 80–85 %.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 3 в журналах, рекомендованных ВАК, подан патент на изобретение.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 160 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, содержащего 47 отечественных и 159 зарубежных источников. Работа проиллюстрирована 28 таблицами и 17 рисунками.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** аргументирована актуальность темы, поставлены цель и задачи исследования, определены научная новизна и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** представлен обзор отечественных и зарубежных публикаций, раскрывающих условия труда работников железнодорожного транспорта, связанных с обеспечением безопасности движения и их влияние на здоровье, современное представление о дыхательных нарушениях во время сна, влияние СОАС на профессиональную деятельность и профпригодность, отражены существующие проблемы в данной области.

Во **второй главе** представлены материалы и методы исследования, объем исследования, критерии включения и исключения, распределение по группам на основную и группу сравнения согласно критерию выполняемой работы – железнодорожники операторских и неоператорских специальностей. Дизайн исследования показан на рисунке 1.

Основные критерии включения в исследование: профессия – железнодорожники, работающие по специальности, связанной с обеспечением безопасности движения; трудоспособный возраст; жалобы на храп; наличие хотя бы одного из состояний: ожирения ( $ИМТ \geq 30 \text{ кг/м}^2$ ), артериальная гипертензия, сахарный диабет 2-го типа; подписание информированного согласия. Основные критерии исключения: профессия – не железнодорожники; нетрудоспособность; отказ от участия в исследовании. Согласно критериям, из 967 первично обследованных пациентов были отобраны 204 человека с подозрением на наличие дыхательных расстройств во время сна. Исходя из

задач работы, были сформированы 2 группы: 1-я – железнодорожники операторских профессий (n=154), в т.ч. работники локомотивных бригад (машинисты, помощники машинистов) – 112, диспетчеры-операторы – 42 человека; 2-я – неоператорских профессий (n=50).

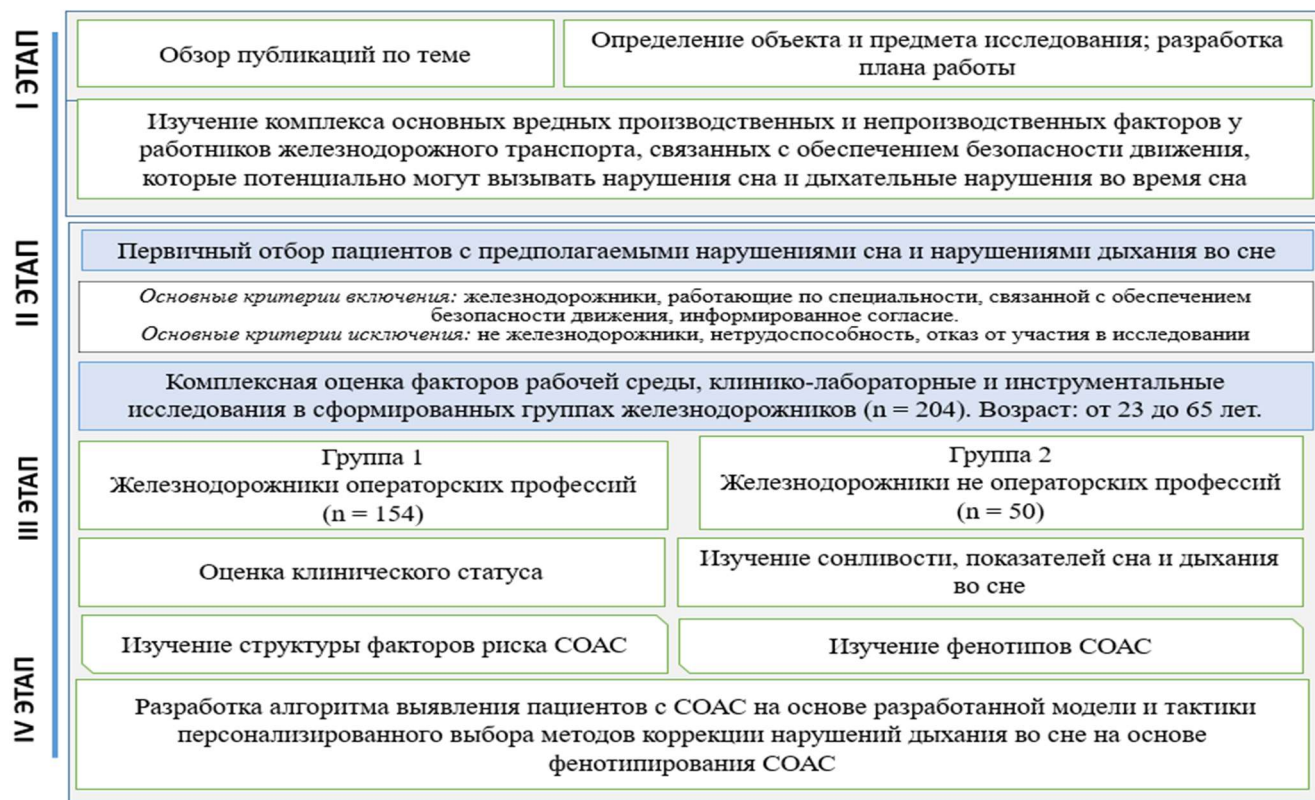


Рисунок 1 – Дизайн исследования

О характере условий труда, стаже, графиках работы обследованных пациентов судили по данным индивидуального опроса, характеристикам с места работы, представляемым для проведения профэкспертизы, данным СОУТ.

У всех пациентов проводили оценку сонливости по опроснику Epworth. Для диагностики нарушений дыхания во время сна выполняли полисомнографическое исследование или кардиореспираторный мониторинг (SOMNOcheck 2 R&K, Weinmann GmbH + Co KG, Wienmann medical technology, Германия) с регистрацией ЭЭГ, ЭМГ, ЭОГ, ЭКГ, пульсоксиметрии, храпа, грудных и брюшных дыхательных усилий, воздушного дыхательного потока. Типирование сна проводили по классификации Рейхтшаффена и Кейлса. Диагноз СОАС устанавливали по критериям Международной классификации расстройств сна, 2014 (МКРС-3). По показаниям применялись и другие инструментальные методы исследования.

Математико-статистическая обработка полученных результатов проведена методами параметрической и непараметрической статистики; применяли корреляционный, регрессионный, кластерный анализ, метод главных компонент. Использовали программы MS Office 2007 и IBM SPSS Statistics 20.

В **третьей главе** изложены собственные результаты проведенного научного исследования.

Анализ условий труда железнодорожников в изучаемых группах работников показал следующее. В 1-й группе общим вредным фактором у машинистов локомотивов и диспетчеров-операторов была напряженность труда, в то время как шум, АПФД были только у работников локомотивных бригад (машинистов локомотивов). По СОУТ, максимальным значением класса условий труда в этой группе было по шуму и напряженности труда – 3.1 (таблица 1). Особенностью условий труда машинистов и их помощников является воздействие не одного, а нескольких вредных производственных факторов, среди которых наиболее значимы внутрикабинный шум, вибрация, электромагнитные излучения, колебание микроклиматических параметров, напряженность труда, психоэмоциональные нагрузки, действие промышленных аэрозолей. Условий труда, соответствующих подклассу 3.3 и выше, не было. Во 2-й группе – класс условий труда был в диапазоне 2–3.1 (по шуму и напряженности труда).

Предполагая возможное занижение значения подкласса условий труда при СОУТ, дополнительно проведена оценка напряженности труда согласно Руководству Р 2.2.2006-05. Согласно полученным данным, в ряде случаев класс условий труда составил 3.3 в группе 1, 3.1 – в группе 2 (таблица 2), что выше указанного в СОУТ. Таким образом, итоговый класс условий труда значимо выше в группе работников операторских специальностей.

При изучении условий труда особое внимание уделено факторам, которые потенциально связаны с нарушениями сна: напряженность труда, ночные смены. В графиках работы в 1-й группе у всех был сменный режим с работой в ночные смены. Средняя продолжительность рабочей смены – 12 часов. В 70 % были переработки, внеплановые (внеочередные) выходы на работу. У машинистов рабочие смены начинались в разное время, поездная

работа выполнялась в поздневечернее и ночное время с захватом ранних утренних часов. Продолжительность отдыха в пунктах оборота была недостаточной или отсутствовала, что усугубляло неблагоприятное воздействие ночных смен на организм, усиливало утомление; время отдыха дома было недостаточным для восстановления сна. У работников 2-й группы была дневная работа с продолжительностью смен по 8 часов. В единичных случаях встречалась нерегулярная работа в ночные часы (в связи с экстренными ситуациями). Средний стаж в 1-й группе составил  $24,2 \pm 9,3$  года, в 2-й –  $26,5 \pm 8,8$  года ( $p > 0,05$ ).

Таблица 1 – Комплексная оценка условий труда изучаемых групп работников

Факторы производственной среды и трудового процесса	Класс условий труда по СОУТ			
	Группа 1		Группа 2	
	машинисты локомотивов	диспетчеры-операторы	монтеры пути	прочие специальности
Химический	2	–	2	–
Биологический	–	–	–	–
АПФД	2–3.1	–	2	–
Шум	3.1	2	3.1	2
Инфразвук	2	2	2	2
Вибрация общая	2	2	2	2
Вибрация локальная	2	2	2	2
Неионизирующие излучения	2	2	2	2
Ионизирующие излучения	–	–	–	–
Тяжесть трудового процесса	2	2	2	2
Напряженность трудового процесса	3.1	2–3.1	3.1	2 - 3.1

Таблица 2 – Оценка напряженности труда работников в изучаемых группах (по «Руководству... р 2.2.2006-05»)

Показатель напряженности трудового процесса	Класс условий труда	
	группа 1	группа 2
Интеллектуальные нагрузки	3.1	2
Сенсорные нагрузки	3.3	2
Эмоциональные нагрузки	3.3	3.1
Монотонность нагрузок	3.1	2
Режим работы	3.2	2

Исходя из этих результатов, можно выделить следующие неблагоприятные факторы, влияющие на сон у железнодорожников операторских профессий: длительный стаж работы, напряженность труда, ночные смены, у машинистов также – малое время отдыха в обороте или отсутствие его. Наиболее вероятно сочетание факторов, что приводит к более выраженному напряжению механизмов адаптации к внешнему десинхронозу.

Сравнение показателей общей и клинической характеристики групп (таблица 3) говорит об их сопоставимости по возрасту и полу, характеру основных заболеваний. В 1-й группе не было работников с диагнозом ИБС (ишемическая болезнь сердца), что обусловлено профессией – железнодорожники, которые обеспечивают безопасность движения поездов. По частоте сопутствующего сахарного диабета группы достоверно не различались, хотя была тенденция к его большей частоте во 2-й группе.

Таблица 3 – Клиническая характеристика обследованных групп работников

Показатель	Группа 1 (n = 154)	Группа 2 (n = 50)
Средний возраст, годы	44,7 ± 9,2	45,7 ± 8,9*
Мужчины, n (%)	116 (75)	44 (88)*
Женщины, n (%)	38 (25)	6 (12)*
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	36,2 ± 8,1	34,1 ± 7,4*
Ожирение, n (%)	114 (74)	37 (74)*
Сахарный диабет, n (%)	21 (14)	9 (18)*
Артериальная гипертензия, n (%)	104 (67,5)	38 (76)*
Нарушения ритма и проводимости сердца в ночные часы n, (%):		
СА-блокада	42 (27)	14 (28)*
АВ-блокада II степени	13 (8)	6 (12)*
АВ-блокада II степени	35 (23)	12 (24)*
Профессиональная нейросенсорная тугоухость, n (%)	0	0*
Вибрационная болезнь, n (%)	0	0*
ИБС, n, (%)	0	1 (2)*

\* p>0,05.

Взаимосвязь стажа работы и заболеваний, потенциально ассоциированных с расстройствами сна (сахарный диабет, артериальная гипертензия, нарушения ритма сердца в ночные часы), характеризуется как слабая, статистически значимая.

**Оценка дневной сонливости.** Опросники Epworth заполнили 45 % работников: в 1-й группе - 92, во 2-й - 23. У 33 (36 %) из 1-й группы и 10

(43,5 %) из 2-й выявлены признаки избыточной дневной сонливости (сумма баллов  $\geq 7$ ). Распределение по выраженности сонливости представлено на рисунке 2. 55 % работников отказались от заполнения опросника на сонливость.

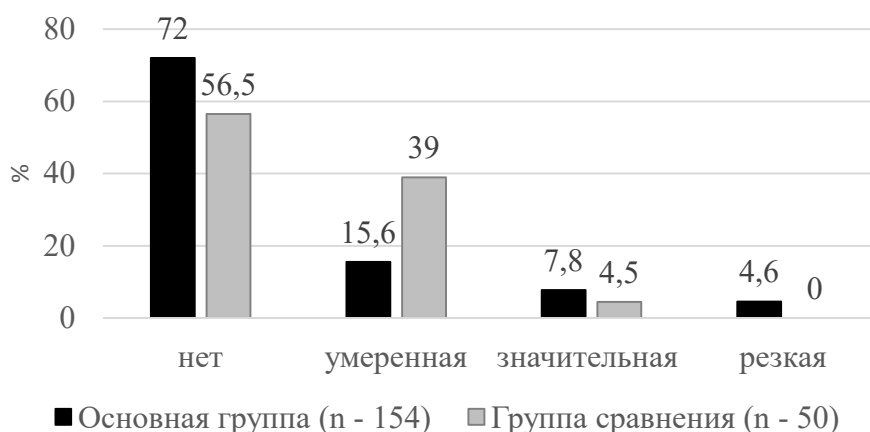


Рисунок 2 – Распределение работников по наличию и выраженности дневной сонливости по данным опросника Erworth в изучаемых группах

В общей когорте диагноз СОАС был подтвержден при помощи диагностического исследования у 118 человек, в т. ч. умеренной и тяжелой степени у 60 (51 %). Взаимосвязи между данными о сонливости по опроснику Erworth и наличием нарушений дыхания во сне, подтвержденных объективно методом КРМ, не выявлено (таблица 4).

Таким образом, применение опросников среди лиц операторских специальностей является малоинформативным. Основной причиной является отказ от заполнения анкеты, недостоверность ответов из-за страха потерять работу в случае выявления изменений, ограничивающих работу по профессии.

Таблица 4 – Оценка взаимосвязи признаков сонливости по опроснику Erworth и нарушений дыхания по данным кардиореспираторного мониторинга

Показатель	$\chi^2, p$	
	Группа 1	Группа 2
Наличие сонливости (сумма баллов – 7 и более)	0,48, $p > 0,05$	0,89, $p > 0,05$
Значительная дневная сонливость (сумма баллов – 11–15)	0,02, $p > 0,05$	0,43, $p > 0,05$
Резкая дневная сонливость (сумма баллов – 16–24)	0,02, $p > 0,05$	1,43, $p > 0,05$

**Характеристика нарушений сна в обследованных группах железнодорожников по данным полисомнографии.** Полученные данные показателей сна представлены в таблице 5. Нарушения сна, а также храп выявлены у всех обследованных. Однако нарушения сна различались по своим характеристикам. Проведенный в общей группе корреляционный анализ данных выявил достоверное ухудшение эффективности сна и увеличения количества пробуждений с возрастом и стажем: эффективность сна уменьшалась по мере их увеличения (высоко достоверная корреляция), было увеличено время бодрствования внутри сна, много поверхностного сна. Проведенный корреляционный анализ в общей группе показал, что качество сна взаимосвязано со стажем. По другим показателям сна: латентность ко сну, общее время сна, представленность медленного сна (среднего и глубокого), REM-фазы сна и микроактивации – корреляций не выявлено. Выявлены различия в структуре сна у железнодорожников в профессиональных группах: у работников операторских специальностей в виде уменьшения полезного сна и увеличения количества пробуждений, что может быть причиной выраженной дневной сонливости.

Таблица 5 – Сравнительная характеристика показателей сна в обследованных группах железнодорожников, медиана (25 %; 75 %-persentile)

Показатель	Группа 1 (n = 39)	Группа 2 (n = 11)	p
Эффективность 1, %	84,4 [56,3; 95,8]	81,5 [70,7; 95,6]	0,79
Эффективность 2, %	89,3 [62,3; 98,2]	90,8 [71,4; 97,5]	0,15
Эффективность 3, %	38,2 [14,3; 55,7]	39,6 [10,6; 51,8]	0,46
Пробуждения, n	31,0 [8,0; 67,0]	30,0 [11,0; 66,0]	0,46
WASO (мин.)	48,0 [7,5; 146,5]	46,5 [10,0; 145,0]	0,86
Arousal, n	17,4 [4,5; 37,7]	24,3 [11,0; 44,6]	0,87
Латентность ко сну (мин.)	11,5 [0; 65]	10,0 [0; 69,1]	0,56
Общее время сна (час)	6,64 [3,51; 8,64]	6,66 [4,81; 8,4]	0,54
Стадия 1, %	7,0 [1,9; 23,8]	5,8 [0,9 ;21,3]	0,54
Стадия 2, %	55,0 [38,9; 76,7]	53,0 [44,0; 68,1]	0,47
Стадия 3, %	17,4 [4,5; 37,7]	23,1 [4,2; 38,9]	0,04
Стадия 4, %	0,0 [0,0; 5,1]	0,0 [0,0; 0,4]	0,88
REM-сон, %	19,1 [0,7; 29,1]	18,0 [6,4; 28,6]	0,31

**Характеристика нарушений дыхания во сне в обследованных группах.** СОАС был выявлен в 1-й группе у 87 (56,5 %), во 2-й группе – у 33 (66 %)

( $p > 0,05$ ). Достоверных различий в распределении по степени тяжести не обнаружено (таблица 6). Вместе с этим группы достоверно различались по индексу апноэ/гипопноэ (ИАГ). У работников операторских профессий диапазон значений ИАГ был очень большим. Максимальные значения (выше 100) определялись только в этой группе. Выявлена слабая статистически значимая связь стажа работы и СОАС, а также стажа работы и ИАГ.

Таблица 6 – Показатели дыхательных нарушений во время сна в сравниваемых группах железнодорожников

Показатель	Группа 1 (n = 154)	Группа 2 (n = 50)	P
СОАС, n (%)	87 (56,5)	33 (66)	>0,05
Индекс апноэ / гипопноэ	13,3 ± 1,5	16,2 ± 2,7	0,001
Легкая степень, n (%)	45 (51,7)	16 (48,5)	>0,05 ( $\chi^2$ - квадрат 0,103)
Умеренная степень, n (%)	17 (19,6)	7 (21,2)	
Тяжелая степень, n (%)	25 (28,7)	10 (30,3)	

**Сон и СОАС.** При корреляционном анализе взаимосвязи показателей сна, определяемых по данным ПСГ, и СОАС в общей группе пациентов выявлена статистически значимая положительная умеренная взаимосвязь между СОАС и микроактивациями (arousal), достоверная отрицательная умеренная связь между СОАС и представленностью глубокого сна (стадия 3). Похожие, но менее тесные корреляции выявлены при оценке взаимосвязи ИАГ и показателей сна. Достоверная статистически значимая слабая связь была между ИАГ и макропробуждениями, умеренная – ИАГ и микроактивациями (arousal), отрицательная слабая корреляционная связь – между ИАГ и представленностью глубокого сна. То есть у пациентов с СОАС достоверно меньше глубокого сна.

Таким образом, нарушения сна при СОАС у железнодорожников операторских специальностей проявляются уменьшением полезного сна и увеличением количества пробуждений, что может быть причиной выраженной сонливости.

**Оценка структуры факторов риска СОАС в изучаемых группах.** Факторы риска СОАС проанализированы с точки зрения их структуры и выделения наиболее значимых с помощью метода главных компонент. В общей группе обследованных выделены четыре главные компоненты. Наибольшие факторные нагрузки имели признаки: в 1-й компоненте – пол, ожирение, артериальная гипертензия и нарушения ритма сердца в ночное время, во 2-й –



работа с ночными сменами, напряженность труда, в 3-й – сахарный диабет, в 4-й – стаж работы по железнодорожным специальностям. Суммарно эти 4 компонента объясняют изменчивость переменной – СОАС – на 71,6 %. В двух из них присутствуют признаки, связанные с трудовой деятельностью, то есть профессиональные, что говорит об их вкладе в генез СОАС. Общая дисперсия признаков, характеризующих клинический статус (ожирение, артериальная гипертензия, сахарный диабет) составила 38,7 %, трудовую деятельность (стаж, напряженность труда, ночные смены) – 32,8 %.

Раздельная оценка факторов в группах операторов и не операторов выявила следующее. В 1-й группе (операторская работа): в 1-й компоненте наибольшие факторные нагрузки имели признаки: пол, ожирение, артериальная гипертензия и нарушения ритма сердца ночью, во 2-й – профессия, в 3-й – стаж работы по железнодорожным специальностям. Значения общей дисперсии 1-й компоненты составили 27,1 %, 2-й – 20,9 %, 3-й компоненты – 16,2 %. Суммарно – 64,2 %. Во 2-й группе (неоператорская работа): в 1-й компоненте наибольшие факторные признаки имели признаки: артериальная гипертензия и нарушения ритма сердца в ночные часы, во 2-й – стаж работы, сахарный диабет, ожирение. В 3-й компоненте – профессия/специальность. Значения общей дисперсии 1-й компоненты составила 27,1 %, 2-й – 22,8 %, 3-й компоненты – 16,7 %. Суммарно – 66,7 %.

Таким образом, у работников-железнодорожников, обеспечивающих безопасность движения, профессиональные факторы (стаж работы, высокая напряженность труда, ночные смены), также как и соматические (ожирение и артериальная гипертензия), вносят существенный вклад в генез СОАС.

**Методика формирования группы риска СОАС.** С позиции медицины труда, здесь под группой риска понимается совокупность пациентов с высокой вероятностью СОАС и связанных с ним расстройств, которым показано целенаправленное углубленное обследование на предмет выявления нарушений дыхания во сне с целью сохранения трудоспособности при выполнении критически важной работы. Согласно разработанной методике, формирование группы риска по СОАС включает: сбор анамнеза с уточнением наличия/отсутствия храпа, артериальной гипертензии, диабета, нарушений ритма сердца во сне; сбор профессионального анамнеза с оценкой факта сонливости на рабочем месте (с учетом графика работы); клинический осмотр с определением ИМТ, АД, ритма сердца; осмотр ротоносоглотки с оценкой по

шкале Маллампати; заполнение работником опросника Epworth с дальнейшей интерпретацией; заключение о вероятности СОАС.

Работника включают в группу риска СОАС, следуя правилу:

- наличие одного или нескольких признаков: храпа, сонливости на работе или дневной, артериальной гипертензии, сахарного диабета, нарушений ритма сердца, ожирения ( $\text{ИМТ} \geq 30 \text{ кг/м}^2$ );
- строение ротоглотки 3–4-го класса по Маллампати, сумма баллов  $\geq 7$  по Epworth.

Алгоритм формирования группы риска СОАС показан на рисунке 3.

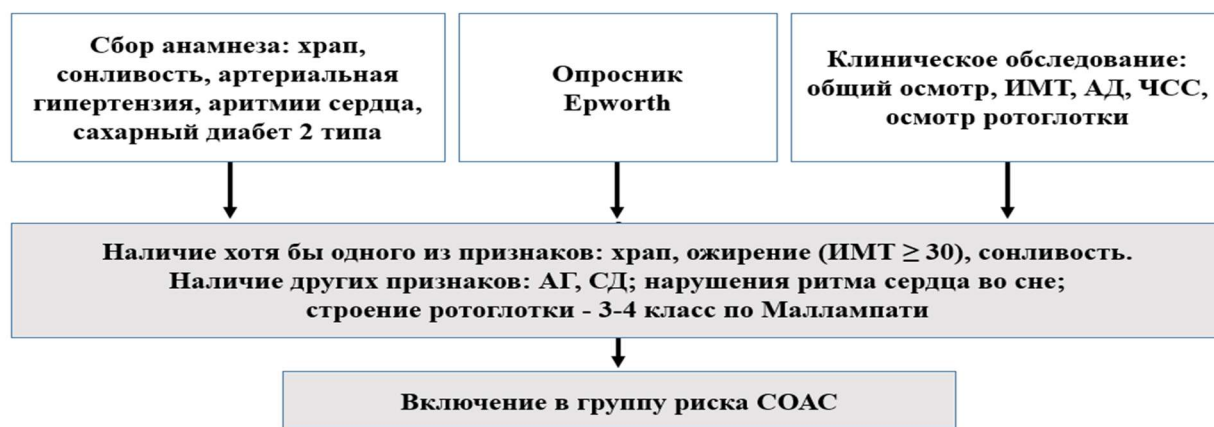


Рисунок 3 – Алгоритм формирования групп риска СОАС

При включении в группу риска СОАС пациента направляют на углубленное обследование с выполнением ПСГ/КРМ. Если есть неопределенность в интерпретации признаков 1-й группы и отрицательные признаки 2-й группы, то пациента направляют на повторное обследование, которое проводят в течение следующих 3 до 6 месяцев.

Данная методика была использована при обследовании пациентов, поступивших в стационар с экспертными целями. Факторы риска СОАС, которые потребовали проведения ПСГ или КРМ, выявлены в 21 % случаев.

Определение информативности прогностической модели диагностики, изучаемой при разработке методики формирования группы работников с риском СОАС было выполнено с применением нейронной сети – многослойного перцептрона. Значение AUC-ROC составило 0,869, что говорит о достаточно высокой информативности данной модели в отношении выявления СОАС.

**Фенотипы СОАС в изучаемой когорте пациентов.** С целью выбора наиболее эффективных методов, определяющих благоприятные исходы и продление трудоспособности по рабочей специальности, целесообразна персонализация подходов на основе определения фенотипа болезни. Выделение клинических фенотипов в изучаемой когорте проводили, классифицируя признаки методом кластеризации. В анализ были включены: клинико-демографические признаки – пол, возраст, профессия, ночные смены, стаж, артериальная гипертензия, ожирение, нарушения ритма сердца в ночные часы, сахарный диабет (всего 9); характеристики сна – сонливость по Epworth, эффективность сна 1, 2, 3, общее время сна, REM (быстрый) сон, WASO, пробуждения, микроактивации, ИАГ, стадии 1-4, латентность ко сну, степень СОАС (всего 16). Рассматривали результаты кластеризации при числе кластеров от 3 до 6, разделении и объединении клинико-демографических признаков и характеристик сна. Наилучшими характеристиками обладало разделение на три кластера: 1) легкий СОАС с очень высокой сонливостью, ожирением; он чаще был у работающих с ночными сменами; 2) очень тяжелый СОАС без выраженной сонливости, с наибольшей распространенностью артериальной гипертензии, а также нарушений ритма сердца в ночное время (вдвое большей, чем при фенотипах 1 и 3); с умеренным ожирением; 3) тяжелый СОАС с выраженной сонливостью, наибольшим ожирением, вдвое более высокой распространенностью диабета, чем при фенотипах 1 и 2, но с меньшей распространенностью артериальной гипертензии; чаще наблюдался у менее стажированных работников. Условно их можно обозначить как фенотип с очень высокой дневной сонливостью, фенотип с артериальной гипертензией и НРС, фенотип с метаболическими расстройствами (ожирение, диабет). Они выявлялись у 64,6, 20,7 и 14,7 % железнодорожников, соответственно. Сопоставление параметров сна в выделенных фенотипах выявило как сходства, так и различия между ними.

Фенотип 1 (кластер 1): в целом, сохранена структура сна, но отмечается недостаточная эффективность полезного сна (показатель эфф. 3 – 39 %), большее число пробуждений (32,7 эпизода) и времени бодрствования внутри сна (55,5 мин.); латентность ко сну в норме; индекс микроактиваций выше нормы (arousal – 21/час), но ниже, чем в других фенотипах. Вероятно, выраженная сонливость

обусловлена в большей степени циркадным десинхронозом, субъективной неудовлетворенностью от сна в связи с работой с ночными сменами, а также объективными критериями – низкой эффективностью полезного сна и большим количеством микроактиваций.

Фенотип 2 (кластер 2) характеризуется самыми выраженными нарушениями структуры сна: снижены общая эффективность сна и эффективность полезного сна (эфф. 3), большое время засыпания (латентность ко сну 42 мин.), количество пробуждений (55 эпизодов) и времени бодрствования внутри сна (75 мин.); большое количество микроактиваций: индекс arousal – 32 эп/час.; серьезно снижена представленность глубоко сна (11,8 %). Эти нарушения сна характерны для тяжелого СОАС. Отсутствие сонливости при данном фенотипе обусловлено либо сокрытием симптомов, либо невозможностью объективной самооценки состояния пациентом из-за хронической гипоксии на фоне СОАС.

Фенотип 3 (кластер 3): самая низкая эффективность глубокого сна (эфф. 3 – 31 %) из представленных фенотипов, что более неблагоприятно в связи с тем, что недостаток именно полезного сна приводит к дневной сонливости; большое количество микроактиваций (индекс arousal – 30/час), пробуждений (34,6 эпизодов) и времени бодрствования внутри сна (WASO – 74 мин.), поверхностных стадий сна (1 и 2 стадий), недостаток глубокого (16 % от ОВС) и REM-фазы сна (15,2 % от ОВС).

Далее рассмотрены *результаты динамического наблюдения пациентов с фенотипом СОАС + ожирение*, которым была выполнена бариатрическая операция (рукавная резекция желудка) ( $n = 39$ , средний возраст –  $45,6 \pm 6,3$  года, мужчин – 23, женщин – 16). Период их наблюдения после операции составил от 3 до 18 мес. (в среднем –  $6,5 \pm 3,6$  мес.).

До бариатрической операции средняя масса тела в этой группе составляла  $136,5 \pm 19,3$  кг, ИМТ –  $46,3 \pm 4,6$  кг/м<sup>2</sup>. После операции в конечной точке наблюдения было достоверное снижение массы тела [с 136 (119; 150) до 94 (88; 100),  $p < 0,001$ ] и ИМТ [с 46 (43; 48) до 32 (30; 34),  $p < 0,001$ ]. По результатам ПСГ или КРМ, исходный ИАГ в среднем составил  $32,7 \pm 28,1$  эп/ч. После операции показатели достоверно снизились у всех обследованных, и среднее значение ИАГ стало  $8,7 \pm 9,0$  ( $p < 0,001$ ). У 17 (44 %) пациентов ИАГ стал ниже

5. Уменьшение степени тяжести СОАС выявлено у 36 (92 %) пациентов, переход из тяжелой степени в умеренную – у 5 (29 %) и в легкую – у 8 (47 %) из 17 пациентов. У всех пациентов с умеренной степенью был переход в легкую степень СОАС. Случаев утяжеления степени СОАС не зарегистрировано, у 17 (44 %) он отсутствовал. Отмечено большее снижение ИМТ при более высокой степени тяжести СОАС.

По данным протоколов ЦВЭК, 18 из 49 работников с фенотипом СОАС + ожирение были отстранены от работы (11 из 1-й группы и 7 из 2-й). Всем им выполнена рукавная резекция желудка. При динамическом наблюдении в течение 2,5 лет при достижении целевых цифр ИМТ в профессии восстановлены 15 (83 %) человек.

**В четвертой главе** дан анализ, обсуждение результатов исследования.

### **Заключение**

Дыхательные нарушения во время сна у работников, связанных с обеспечением безопасности движения, которые были рассмотрены на примере работников железнодорожного транспорта, распространены и требуют целенаправленной диагностики, так как ассоциированы с производственными ошибками. У большинства работников данные состояния остаются недиагностированными при традиционном медицинском осмотре, так как работники указанной группы не осознают симптомы или их скрывают из-за страха потерять работу. Комплексный подход к оценке дневной сонливости и факторов риска СОАС, являющегося наиболее распространенным нарушением дыхания во время сна и, одновременно, причиной сонливости, позволяет активно выявлять эти состояния и своевременно лечить. Ключевыми моментами являются формирование целевых групп риска СОАС при медицинских осмотрах лиц, работа которых связана с обеспечением безопасности движения, на основе определения совокупности соматических и профессиональных факторов, обуславливающих СОАС, и также персонализированный подход к лечению с учетом фенотипа. Реализация такого подхода позволяет сохранить, а у части работников восстановить утраченную профессиональную трудоспособность.

## ВЫВОДЫ

1. В структуре факторов, определяющих развитие СОАС у работников железнодорожного транспорта, связанных с обеспечением безопасности движения, основную долю составляют две группы, характеризующие клинический статус (ожирение, артериальная гипертензия, сахарный диабет) и трудовую деятельность (стаж, напряженность труда, ночные смены); общая дисперсия – 38,7 и 32,8 %, соответственно.
2. Определена прямая взаимосвязь стажа работы железнодорожников с нарушением качества сна (меньшей его эффективностью, увеличением времени бодрствования внутри сна и увеличением представленности поверхностного сна). Выявлены различия в структуре сна у железнодорожников в профессиональных группах: у работников операторских специальностей в виде уменьшения полезного сна и увеличения количества пробуждений, что может быть причиной выраженной сонливости.
3. Информативность опросника Epworth, являющегося стандартным инструментом для выявления дневной сонливости, в группе железнодорожников является недостаточной: чувствительность – 55,6 %, специфичность – 43,5 %. Взаимосвязь между данными о сонливости по опроснику Epworth и наличием нарушений дыхания во сне в этой профессиональной группе отсутствует.
4. В рутинной практике медосмотров железнодорожников до настоящего времени определение риска нарушений дыхания во сне не используется. Предложены и исследованы методика, алгоритм формирования целевой группы риска СОАС на основе разработанной модели оценки риска СОАС (показатель информативности AUC ROC = 0,869).
5. Распространенность СОАС у железнодорожников, обеспечивающих безопасность движения поездов, обследуемых в целях экспертизы трудоспособности, составляет 68 %, у 41 % из них – с умеренной и тяжелой степенью выраженности.
6. Выделены фенотипы СОАС, имеющие наибольшее значение в профессиональной группе железнодорожников: СОАС + сонливость, СОАС + ожирение, СОАС + артериальная гипертензия, и показаны

возможности персонализированного подхода к тактике ведения при данных фенотипах СОАС.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. В группе работников, связанных с обеспечением движения, следует выделять целевые группы работников, подлежащих углубленному обследованию для постановки и исключения синдрома обструктивного апноэ сна, используя предложенную методику.
2. В сформированных группах риска рекомендуется проводить: оценку профессиональных факторов риска синдрома обструктивного апноэ сна (напряженность труда, нерациональные графики работ, ночные смены), выявлять дневную сонливость с определением ее выраженности, а также проводить профилактику циркадного десинхроноза.
3. В целевых группах риска нарушений дыхания во сне, выделенных по профессиональному признаку (операторские профессии) и клиническим факторам риска, наличие сонливости, раз в два года проводить полисомнографию для выявления синдрома обструктивного апноэ сна.
4. При выборе тактики лечения следует учитывать фенотип синдрома обструктивного апноэ сна. У работников, связанных с движением транспорта, обязательно учитывать СОАС + ожирение, СОАС + артериальная гипертензия, СОАС + сонливость, которые определяют профессиональную трудоспособность (допуск к работе) и риски безопасности транспортного движения.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Буниатян М.С. Взаимосвязь ночных подъемов систолического артериального давления и десатурационных изменений у пациентов с синдромом обструктивного апноэ сна по результатам неинвазивного непрерывного мониторинга артериального давления / М.С. Буниатян, А.Г. Баладина, Н.В. Белозерова, С.Г. Горохова // Актуальные проблемы сомнологии. Сборник тезисов X Всероссийской конференции. Под редакцией М.Г. Полуэктова, К.Н. Стрыгина. - 2016. - С. 21-22.
2. **Буниатян М.С. Особенности обструктивного апноэ сна в свете инвалидизации и профнепригодности работников железнодорожного транспорта / М.С. Буниатян, Н.В. Белозерова, О.Ю. Атьков // Медицина труда и промышленная экология. - 2016. - №4. - С. 10-14.**
3. Буниатян М.С. Синдром обструктивного апноэ сна: проблема пациента или угроза общественной безопасности? Актуальные проблемы сомнологии / М.С. Буниатян, Н.В. Белозерова, Е.З. Лабарткава, Э.А. Войчик, В.А. Котенко // Сборник

тезисов X Всероссийской конференции. Под редакцией М.Г. Полуэктова, К.Н. Стрыгина. - 2018. - С. 12.

4. Белозерова Н.В. Влияние значимого снижения индекса массы тела на тяжесть синдрома обструктивного апноэ сна у пациентов с ожирением после бариатрической операции / Н.В. Белозерова, М.С. Буниатян, Л.А. Рогова, К.А. Яхьяев, А.В. Юрасов, С.Г. Горохова // Актуальные проблемы сомнологии. Сборник тезисов X Всероссийской конференции. Под редакцией М.Г. Полуэктова, К.Н. Стрыгина. - 2020. - С. 9-10.

5. **Белозерова Н.В. Влияние значимого снижения индекса массы тела на тяжесть синдрома обструктивного апноэ сна у пациентов с ожирением после бариатрической операции / Н.В. Белозерова, М.С. Буниатян, Л.А. Рогова, К.А. Яхьяев, А.В. Юрасов, С.Г. Горохова // Эндокринология: новости, мнения, обучение. - 2021. - Т. 10, - № 3. - С. 38-45.**

6. **Белозерова Н.В. Определение фенотипа синдрома обструктивного апноэ во сне как основа выбора тактики лечения лиц трудоспособного возраста (статья) / Н.В. Белозерова, С.Г. Горохова, М.С. Буниатян // Эффективная фармакотерапия. - 2021. - Т. 17. - № 33. - С.42–47.**

7. Горохова С.Г. Оценка синдрома обструктивного апноэ/гипопноэ сна у железнодорожников с факторами риска ишемической болезни сердца / С.Г. Горохова, Н.В. Белозерова, М.С. Буниатян // Материалы 16-го Российского Национального Конгресса с международным участием «ПРОФЕССИЯ и ЗДОРОВЬЕ», 21-24 сентября 2021 г., Владивосток. - М.: НКО АМТ. - 2021. - С. 155-158.

8. Белозерова Н.В. Фенотипирование синдрома обструктивного апноэ во сне: данные кластерного анализа / Н.В. Белозерова, М.С. Буниатян, С.Г. Горохова, Е.О. Журих // Тезисы. 23-й Конгресс Российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии (РОХМиНЭ), 15-й Всероссийский конгресс «Клиническая электрокардиология», VIII-я Всероссийская конференция детских кардиологов ФМБА России. // Российский кардиологический журнал. - 2022. - №27. - С.50.

9. Pencil T. Peripheral Arterial Tonometry Used to Distinguish Central And Obstructive Sleep Apnea Events / T. Pencil, N. Belozerova, M. Glos, I. Fietze, G. Pilar // July 2020 Conference: 2020 11th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO). DOI:10.1109/ESGCO49734.2020.9158143 <https://ieeexplore.ieee.org/document/9158143>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД – артериальное давление

ИАГ – индекс апноэ / гипопноэ

ИМТ – индекс массы тела

КРМ – кардиореспираторный мониторинг

ОВС – общее время сна

ПСГ – полисомнография

СОАС – синдром обструктивного апноэ сна

СОУТ – специальная оценка условий труда

ЦВЭК – центральная врачебная экспертная комиссия

WASO – время бодрствования внутри сна